

**This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

**Defective images within this document are accurate representations of  
the original documents submitted by the applicant.**

**Defects in the images may include (but are not limited to):**

- **BLACK BORDERS**
- **TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- **FADED TEXT**
- **ILLEGIBLE TEXT**
- **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- **COLORS PHOTOS**
- **BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS**
- **GRAY SCALE DOCUMENTS**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

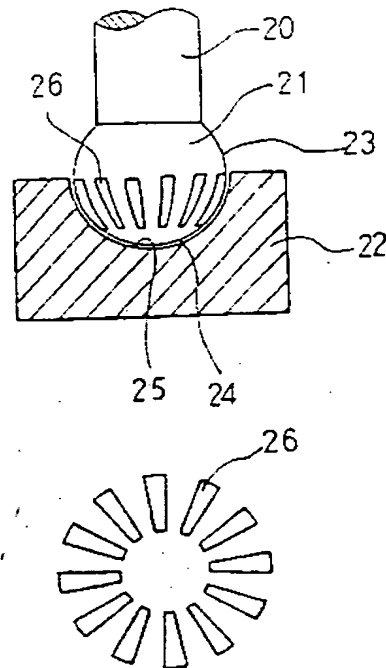
**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 60211118  
PUBLICATION DATE : 23-10-85  
  
APPLICATION DATE : 04-04-84  
APPLICATION NUMBER : 59065865  
  
APPLICANT : TOSHIBA CORP;  
  
INVENTOR : SUWA YOSHIHIDE;  
  
INT.CL. : F16C 17/04 B23H 9/00 F16C 33/14  
  
TITLE : GASEOUS BEARING DEVICE AND  
MACHINING METHOD THEREOF



ABSTRACT : PURPOSE: To facilitate manufacture of a gaseous bearing by forming the gaseous bearing by a journal portion having a curved surface symmetrical about the axis, a bearing portion bearing the journal portion, and dynamic pressure grooves radially formed on both portions.

CONSTITUTION: A spherical journal portion 21 is disposed on the end portion of a rotor 20, and there is provided a bearing portion 22 having a concave portion 25 supporting the journal portion 21. Dynamic pressure grooves 26 are formed on the hemispherical surface 24 opposite to the concave portion 25 of the journal portion 21. Accordingly, gas is sucked in a space between the journal portion 21 and the concave portion 25, and forced to flow relatively perpendicular to the dynamic pressure grooves 26 to form two axial and radial straight lines. Further, the simple structure can facilitate production.

COPYRIGHT: (C)1985,JPO&Japio



⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭60-211118

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和60年(1985)10月23日

F 16 C 17/04  
B 23 H 9/00  
F 16 C 33/14

A-7127-3J  
7908-3C  
8012-3J

審査請求 有 発明の数 2 (全6頁)

⑮ 発明の名称 気体軸受装置及びその加工方法

⑯ 特 願 昭59-65865

⑰ 出 願 昭59(1984)4月4日

⑱ 発 明 者 諏 訪 好 英 横浜市磯子区新杉田町8 株式会社東芝生産技術研究所内  
⑲ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝 川崎市幸区堀川町72番地  
⑳ 代 理 人 弁 理 士 則 近 憲 佑 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

気体軸受装置及びその加工方法

2. 特許請求の範囲

(1) 回転体が回転する際に、この回転体を動圧効果により軸支する気体軸受装置において、上記回転体に設けられた少なくとも一つの気体軸受装置は上記回転体の端部に同一軸上に設けられ一体となって回転する軸対称曲面形状のジャーナル部と、このジャーナル部の端面の全体あるいは一部に対面して受ける軸対称曲面形状の凹部を有する軸受部と、上記凹部と上記ジャーナル部の両方あるいはいずれか一方に回転軸を中心として放射状に刻設された動圧溝とを具備することを特徴とする気体軸受装置。

(2) ジャーナル部と軸受部の凹部とは、それぞれ軸対称曲面形状のうち球面形状であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の気体軸受装置。

(3) ジャーナル部と軸受部の凹部の両方あるいはいずれか一方に動圧溝を刻設する加工方法であつ

て、上記動圧溝の形状に相当する加工面を有する突出部が所定数、所定の位置に形成された電極に、上記ジャーナル部あるいは上記軸受部の凹部を同一軸上に位置決めし、上記電極によって放電加工を行なうことにより上記動圧溝を刻設することを特徴とする気体軸受装置の加工方法。

(4) 電極の突出部は放射状に形成され、上記ジャーナル部と上記軸受部の凹部の両方あるいはいずれか一方に、回転軸を中心として放射状の動圧溝を刻設することを特徴とする特許請求の範囲第3項記載の気体軸受装置の加工方法。

3. 発明の詳細な説明

(発明の技術分野)

本発明は回転体、特に高速で回転する回転体を動圧効果により高精度で軸支できる気体軸受装置およびその加工方法に関する。

(発明の技術的背景)

近時、半導体レーザを応用したレーザブリスタが開発されている。このレーザブリスタにおいては、原稿などの情報を電気信号に変換するために

多面体鏡を用いた光偏向器が用いられている。この多面体鏡は一般的に薄板正多角形状をしており、その側面にそれぞれ鏡面加工を施された反射面を有している。多面体鏡は回転可能なスピンドルに同軸に設けられており、このスピンドルにより回転し入射する光を異方向に反射する。この時、上記の電気信号の変換において、高い分解能を得るためには、スピンドルの回転数を高速( $10^4$  rpm以上)にし、光の偏向速度を高める必要がある。さらに、変換手段として光学系を用いるので、多面体鏡の位置精度を非常に高精度に保つ必要があり、このためにはスピンドルの回転精度を高精度にしなければならない。

すなわち、この多面体鏡が設けられたスピンドルのような回転体は高速回転するとともに高精度な回転精度が要求される。このため、従来ではスピンドルの軸受にはヘリングボーン型又はティルティングパッド型の動圧効果がより軸支する気体軸受装置が半径方向に対する支持のために、また、永久磁石を用いた磁気軸受装置が軸方向に対する

支持のために用いられている。(例えば特願昭57-107529号)この2つの軸受を併用することによって上記の条件が満足される他、摩擦トルク損失が小さい、潤滑油が不要などの利点が得られる。

また、第1図に示すような構造となり回転体の半径方向および軸方向の支持を同じ動圧効果によって行なう気体軸受装置がある。すなわち、回転体(1)の端部に球面形状のジャーナル部(2)が同一軸上に一体に設けられている。また、このジャーナル部(2)の下方には軸受部(3)が備えられているが、この軸受部(3)はジャーナル部(2)を周面(4)の下方半球面(5)と対向して受ける半球形状の凹部(6)を有している。一方、ジャーナル部(2)の周面(3)の凹部(6)と対向する半球面(5)にはスパイラル状の動圧溝(7)が円周方向に等間隔に刻設されている。一般的には、動圧溝(7)の溝深さは $5\mu\text{m}$ 前後;また、半球面(5)と凹部(6)との半径差も $5\mu\text{m}$ 前後である。このような構造よりなる気体軸受装置は以下のように作動する。図示しない駆動装置で回転体(1)を回転すると、動圧溝(7)が巻き込む周囲の気体が半球面(5)

と凹部(6)とのすき間で圧力上昇を起こす。このため、ジャーナル部(2)は凹部(6)に非接触で回転体(1)と一体となって回転する。このとき、動圧溝(7)によって起こされた圧力は半球面(5)に垂直に作用する。すなわち、この圧力は回転体(1)の半径方向と軸方向の2方向成分を有するため、回転体(1)はこの圧力によって半径方向と軸方向の支持を受ける。よって、このような気体軸受装置は回転体(1)を半径方向と軸方向の両支持を兼ね備えて軸支するため、この装置を用いることによって上述の磁気軸受装置を省略することができる。

(背景技術の問題点)

第1図に示した上述の気体軸受装置は、以下に述べるような欠点があった。すなわち、半球面(5)に刻設された動圧溝(7)の加工が非常に困難であった。この動圧溝(7)の加工はこの溝自体の形状、溝深さなどが直接に軸支持性能を決定する要因となるため、非常に高精度が要求される。よって、上述のように動圧溝(7)が球面にしかもスパイラル状に刻設する場合、高精度な加工は非常に困難とな

る。従来、この球面にスパイラル状の溝を加工する方法として特公昭59-331号にその詳細が記載されている。

すなわち、第2図に示すようにこの加工方法はスパイラル状の動圧溝(7)の形状に相当する加工面00を有する突出部01が形成された電極02を、ジャーナル部(2)の周面(4)の所定位置に加工面00が位置するように位置決めを行ない、放電加工により動圧溝(7)を加工するものである。これによって、周面(4)には1個の動圧溝(7)が刻設され、次にジャーナル部(2)を軸まわりに所定の角度だけ回転させて再び電極02で放電加工を行なうことにより動圧溝(7)を加工する。この動作を繰り返すことによって、周面(4)には所定数のスパイラル状の動圧溝(7)を刻設することができる。

また、ジャーナル部(2)の半球面(5)に相当する半球形状のマスクに上記の電極02を用いて同様に放電加工を行ない、所定数の動圧溝(7)の形状に相当する穴をあけた後、このマスクをジャーナル部(2)の半球面(5)に密着させ、フォトリソ加工を

特開昭60-211118(3)

行なう方法も記載されている。この結果、マスクの穴のあいた部分だけが加工され、ジャーナル部(2)に所定数のスパイラル状の動圧溝(7)が刻設される。

このように、動圧溝(7)の加工を行なうことができるが、この加工方法には以下に述べるような欠点がある。まず第1に電極(2)に形成された突出部(1)自体の加工が非常に複雑であり困難であるということである。上述のように、この突出部(1)はスパイラル状になり、さらに加工面(10)では球面形状となっている。この加工方法もまた上記従来例に詳細に記載されているが、結果的に突出部(1)は複雑な三次元の曲面形状であるため、加工工程が多く高精度に加工するには非常に困難かつ熟練を要することになる。特に、ジャーナル部(2)が小型になる場合には、動圧溝(7)を形成するための突出部(1)の形状を高精度に加工するのはさらに困難になる。

第2の欠点としては、ジャーナル部(2)の周面(4)に所定数の動圧溝(7)を加工するために、いちいちジャーナル部(2)を軸まわりに回転させ、所定回数

放電加工を繰り返す必要があるということである。すなわち、第2図に示す方法では1個のジャーナル部(2)を完成させるために、動圧溝(7)の数だけ放電加工を行なわなければならない。このため、加工に時間がかかり生産性の劣るものとなり、さらには、ジャーナル部(2)を回転させるときに、電極(2)とジャーナル部の相対位置がずれ、動圧溝(7)が所定の位置に刻設されなくなることもある。

また、第3の欠点として、フォトリソグラフィによる加工方法ではマスクを形成する際に上述の第1、第2の欠点が現われるとともに、電極(2)からジャーナル部(2)に動圧溝(7)を形成するまでに、溝形状を2度転写することになり、高精度な動圧溝(7)が得られないという点がある。

〔発明の目的〕

本発明は上記の点に着目してなされたもので、製造が容易で生産が可能であり、しかも回転体を軸支持する性能を損なうことのない気体軸受装置及びその加工方法を提供することにある。

〔発明の概要〕

本発明は、回転体の端部に同一軸上に設けられる軸対称曲面形状のジャーナル部と、ジャーナル部を受ける軸対称曲面形状の凹部を有する軸受部と、ジャーナル部と凹部の両方あるいはいずれか一方に回転軸を中心として放射状に刻設された動圧溝とを具備した気体軸受装置であって、回転体が回転するとき、上記の動圧溝の動圧効果によって回転体を軸支するものである。

また、加工方法としての発明は、動圧溝の形状に相当する加工面を有する突出部を所定数、所定位置に電極に形成し、この電極とジャーナル部あるいは軸受部の凹部とを同一軸上に位置決めした後、電極によって放電加工を行なうことにより動圧溝を刻設することを特徴とするものである。

〔発明の実施例〕

本発明の一実施例を以下、図面を用いて説明する。第3図は本実施例装置を示す正面図である。回転体(1)の端部には球面形状のジャーナル部(2)が同一軸上に一体に設けられている。よって、このジャーナル部(2)は回転体(1)と同軸で回転する。ま

た、このジャーナル部(2)の下方部には、このジャーナル部(2)を支持する軸受部(3)が備えられているが、この軸受部(3)はジャーナル部(2)を周面(4)の下方半球面(5)と対向して受けるほぼ同一形状の凹部(6)を有している。なお、ジャーナル部(2)の凹部(6)に対向する半球面(5)には動圧溝(7)が刻設されている。この動圧溝(7)は、第4図に示すジャーナル部(2)を下方から投影した平面図を見るとわかるように、回転軸を中心として放射状に等間隔で複数設けられている。本実施例では動圧溝(7)の数は12本である。この動圧溝(7)の溝深さは5 $\mu$ mとなっている。また、ジャーナル部(2)と凹部(6)の球面半径は5 $\mu$ m程度凹部(6)の方が大きい。すなわち、ジャーナル部(2)と凹部(6)とのすきまは5 $\mu$ m程度となる。

このように、構成された気体軸受装置の動作を説明する。回転体(1)が図示しない駆動装置により回転すると、ジャーナル部(2)も一体となって回転する。このとき、ジャーナル部(2)と凹部(6)とのすきまにはこのすきまに引き込まれた気体すなわち空気が相対的に動圧溝(7)と直角方向に流れること

になる。この流れの流路は動圧溝の列を横切る  
ので、周期的に断面積が変化することになる。こ  
の結果、動圧溝と動圧溝との間の流路面積が  
小さいところでは流れの圧力が上昇する。また、  
ジャーナル部の半球面に於ける動圧溝が存在し  
ない底部では、引き込まれた気体により圧力上  
昇が生じる。このため、回転しているジャーナ  
ル部は凹部から浮き、軸受部によって非接触で  
支持される。このとき、気体がおよぼす圧力は  
ジャーナル部の周面に垂直に働くから、回転体  
(1)は半径方向と軸方向の2方向について支持  
を受ける。このように、本実施例装置は回転体  
(1)を半径方向を軸方向の2方向支持を兼ね備え  
て軸支する。

次に、上述のような動圧溝を刻設する加工方  
法の一例を以下に説明する。第5図は加工に用  
いる放電加工用の電極を示す斜視図である。この  
電極は動圧溝の形状に相当する加工面を有する  
突出部が所定数、所定の位置に形成されてい  
る。例えば、第3図、第4図に示すような動圧溝

を加工する場合、動圧溝はジャーナル部の  
半球面に刻設するので、加工面は半球面に  
対応したほぼ同曲率の閉曲面になり、さらに動  
圧溝と同形状になる。また、突出部は電極の  
軸中心部に対して放射状に所定の数、すなわち  
12本、所定の位置、すなわち等間隔に形成され  
る。

このような電極を用いて、動圧溝をジャー  
ナル部に加工する手順は例えば以下のような  
る。まずジャーナル部と電極との軸が一致す  
るように位置決めをする。このとき、ジャーナ  
ル部をあらかじめ回転体に溶接などで一体と  
しておき、回転体を図示しない位置決め治具に  
固定して位置決めを行なうと便利である。ここ  
で、位置決めが終了したのち、電極に放電し、  
加工部分である半球面に加工液を供給し、軸方  
向にジャーナル部と電極とが相対的に接触する  
方向へ移動させる。このとき、加工面によって  
半球面上には加工面の形状どおりの溝が放電  
加工により加工される。そこで、ジャーナル部  
あるいは電極の送り量を所定量行ない、所定の溝深

さまで加工したとき、動圧溝の加工は終了する。

このように、上述のような電極を用いたこと  
により、一度の放電加工で非常に短時間で動圧  
溝の加工ができる。なお、軸受部の凹部に動  
圧溝を加工する場合は、加工面を凹部に対  
応した開曲面とし、動圧溝の形状に相当する  
ように突出部を形成した電極を用いればよい。

一方、上述の電極は以下に述べるように製  
作することができる。まず第6図に示すよう  
に円柱形の電極部材の上部を半球形凹面に加  
工し加工面を形成する。次に、加工面の底部  
はジャーナル部の底部に相当し動圧溝を刻  
設しないため、加工面と同軸に円柱形状の穴  
を形成する。次に、加工面を形成するが、こ  
れは第7図に示すように、まず基準位置(A)  
から所定角度ずれた位置(B)から中心を通  
るように、エンドミル等の切削工具を送り、  
加工面を切断する。このとき切断する深さは  
穴の側面まで達していればよい。次に、基  
準位置(A)から(B)とは逆方向に同角度  
ずれた位置(C)から中心を通るよ

うに、再びエンドミル等で加工面を切断す  
る。さらに(B)と(C)の間の残された部分  
を切削し除去すれば、加工面が形成される。  
この後、電極部材を所定量回転させ、上述  
の切削加工を繰り返していけば、回転軸を  
中心として放射状に形成された突出部が、  
所定数、所定の位置に形成され、電極が  
製作される。この時、加工面は動圧溝の  
形状に相当したものとなる。

また、この他に電極の製作方法としては、  
電極部材に加工面の投影面形状をしたくさ  
び状の部材を放射状に並べ一体とし、後に  
これら部材をまとめて球形凹面に加工し加  
工面を形成してもよい。

このように、加工面は球面などの軸対称  
曲面形状の加工以外はエンドミル等の切  
削工具を直線送りのみで加工できるため、  
電極の製作も非常に容易となる。また、上  
述のように電極による放電加工は1回行  
なうのみですべての動圧溝を刻設するこ  
とができるので、加工時間が非常に短  
時間となる。また、電極の製作において、加工



面42の形状、突出部43の間隔などの形成を高精度に行なっておけば、ジャーナル部42あるいは軸受部42の凹部42に刻設される動圧溝42は常に高精度で安定した品質となる。よって、上述の装置の生産において生産が容易となり、常に安定した性能を有するものを提供することができる。

なお、本実施例における気体軸受装置では、ジャーナル部および軸受部の凹部を球面形状としたが、これに限らず軸対称曲面形状であればよい。例えば、第8図に示すようにジャーナル部42および凹部42を円錐形状とし、動圧溝42がジャーナル部42に回転軸を中心に放射状に刻設したものでよい。この場合もまた、軸方向および半径方向の2方向を支持することができる。さらに、この動圧溝42は上述の加工方法によって刻設することができる。さらに、第9図に示すように、端部が円球形であり側面が円柱状となったジャーナル部42と、これと同様な形状の凹部42を有する軸受部42と、ジャーナル部42に回転軸を中心として放射状に刻設した動圧溝42とを具備したものでよい。

この気体軸受装置を水平に置かれた回転体42の両端に設けることによって半径方向の支持だけでなく、軸方向のふれに対しても常に安定した支持ができる。なお、この場合も上述の加工方法が適用できるのは言うまでもない。

#### 〔発明の効果〕

以上説明したように、本発明の気体軸受装置によれば、回転体を半径方向と軸方向の2方向について支持できる装置においても生産が容易な装置となった。また、加工方法により、動圧溝の加工を非常に短時間に、しかも常に高精度に行なうことができる。このため、常に安定した性能を有する装置を量産することが可能となった。

#### 4. 図面の簡単な説明

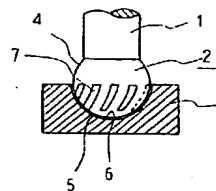
第1図は従来装置を示す正面図、第2図は従来加工方法を示す正面図、第3図及び第4図は本発明の一実施例を示す正面図及び平面図、第5図は電極の一例を示す斜視図、第6図は電極部材を示す正面図、第7図は突出部を電極に形成する一例を示す平面図、第8図および第9図は他の実

施例を示す正面図である。

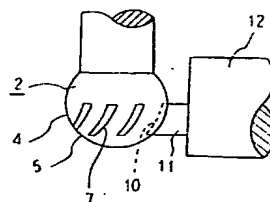
- |            |         |
|------------|---------|
| 42…ジャーナル部、 | 42…軸受部、 |
| 42…凹部、     | 42…凹部、  |
| 42…動圧溝、    | 43…電極、  |
| 42…加工面、    | 43…突出部。 |

代理人 弁理士 則 近 藤 佑  
(ほか1名)

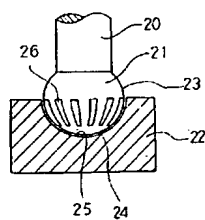
第 1 図



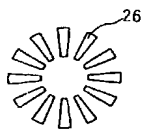
第 2 図



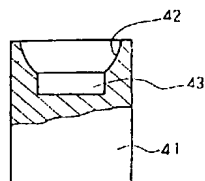
第 3 図



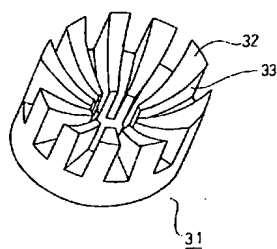
第 4 図



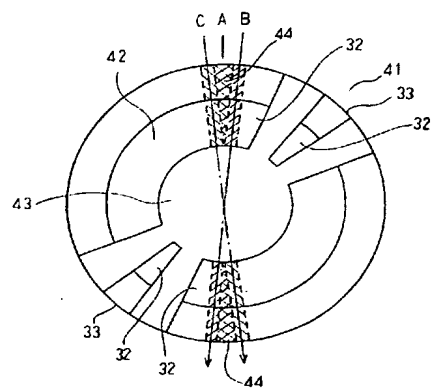
第 6 図



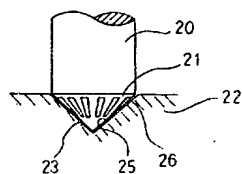
第 5 図



第 7 図



第 8 図



第 9 図

